

УДК 616.33+616.342-089-085.837.3

*Е.Д. Хворостов, А.И. Цивенко, М.С. Томин, Ю.Б. Захарченко, С.А. Морозов***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СКАЛЬПЕЛЯ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ЖЕЛУДКЕ***Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина*

В работе проанализированы результаты экспериментального и клинического применения ультразвукового скальпеля при выполнении операций на желудке. В экспериментальной части исследования 40 кролей породы Шиншилла были разделены на две группы. В основной группе (n=20) использовался ультразвуковой скальпель, в контрольной (n=20) – монополярный электронож. В клиническую часть исследования было включено 136 пациентов с хирургическими заболеваниями желудка, которых разделили на две группы. В основной группе (n=66) оперативные вмешательства выполнялись с помощью ультразвукового скальпеля, в контрольной (n=70) – с монополярным электроножом. Изучены морфологические изменения желудочной стенки в зоне воздействия ультразвукового и электрорассечения. Установлено, что ультразвуковое рассечение, по сравнению со стандартным электрохирургическим воздействием, сопровождается образованием минимальной зоны деструкции и полным гемостазом по линии рассечения. Применение ультразвукового скальпеля на этапах мобилизации и резекции желудка показало его высокую эффективность, заключающуюся в надежном гемостазе по линии резекции, отсутствии вероятных дистанционных повреждений органов и тканей, присущих стандартному электрохирургическому оборудованию.

Ключевые слова: ультразвуковой скальпель, ультразвуковая коагуляция, ультразвуковое рассечение, электрокоагуляция, электрорассечение.

Частота несостоятельности швов желудочно-кишечного тракта, в частности в хирургии желудка, достигает в среднем 5% [1]. Летальность после дистальной резекции желудка по поводу рака колеблется в диапазоне 8-15%, а после гастрэктомии 6-18% [1]. Важным фактором, обуславливающим нарушение репаративной регенерации и развитие несостоятельности швов анастомоза является гнойно-воспалительный процесс, развивающийся в результате инфицирования тканей швовой полосы.

Негативное влияние на репарацию в зоне анастомоза оказывает так же оставление избыточного количества лигатур, используемых для лигирования кровеносных сосудов подслизистого слоя во время резекции желудка и тонкой кишки обычным скальпелем. В решении данной проблемы одним из перспективных направлений является использование физических методов рассечения, среди которых сегодня доминирующее положение занимает высокочастотная электрохирургия. Наряду с обеспечением асептичности и абластичности большинство физических методов рассечения приводят к формированию значительной зоны коагуляционного некроза. Однако, не все физические методы обеспечивают гемостаз по линии рассечения полых органов,

что требует наложения дополнительных лигатур или коагуляции, увеличивая зону некроза [1-4]. Подобная ситуация создаёт предпосылки для изучения, поиска и применения наиболее оптимальных методик рассечения биологических тканей в абдоминальной хирургии.

Ультразвуковая хирургическая аппаратура обладает совершенно иным принципом работы. При взаимодействии ультразвуковых колебаний с биологическими тканями возникает ряд эффектов, которые обеспечивают рассечение тканей и коагуляцию при их минимальном повреждении.

Имеются работы, посвященные экспериментальному и клиническому применению ультразвукового скальпеля (УЗС) при выполнении операций на органах брюшной полости [4, 5, 6]. Результаты этих исследований свидетельствуют о безопасности, хорошей рассекающей и коагулирующей способности ультразвукового скальпеля [3, 5]. При морфологическом исследовании тканей, которые подвергались ультразвуковому рассечению, наблюдаются минимальные деструктивные изменения, а процессы репарации завершаются в оптимальные сроки [3, 4, 5].

Цель работы – определить возможность применения ультразвукового скальпеля и его эффективность при выполнении опера-

ций на желудке для снижения количества послеоперационных осложнений.

Материал и методы

В основу работы положено сравнительное экспериментально-клиническое исследование.

Исследование выполнено с учетом Международных принципов Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментов и других научных целей и «Правилами выполнения работ с использованием экспериментальных животных», утвержденных приказом министерства здравоохранения Украины.

В экспериментальной части животные были распределены на две группы. В основной группе ($n=20$) гастротомию выполняли с помощью УЗС Harmonic Scalpel (Ethicon). В контрольной группе ($n=20$) рассечение желудка выполняли монополярным электроножом (МЭН) Karl Storz-endoscope (Karl Storz), поскольку данная методика наиболее часто используется в хирургии [1, 2].

Эксперимент включал острые и хронические опыты. В острых опытах оценивали качество рассечения, наличие гемостаза по линии рассечения, коагулирующую способность аппаратов, протяженность зоны деструкции. В хронических опытах наряду с зонами повреждения изучали репаративные процессы. Контроль течения репаративных процессов оценивали в динамике с помощью микроскопии биоптатов на 3, 7, 14 и 30 сутки со дня операции.

В обеих группах гастротомия проводилась в поперечном направлении длиной 3 см. На полученные раны накладывали однорядный непрерывный серозно-мышечно-подслизистый шов полипропиленовой нитью №2 (EP, европейская фармакопея) на травматической игле.

При выполнении острых опытов после гастротомии рану не ушивали. Переднюю стенку желудка, с гастротомной раной, наносенной разными физическими методами, иссекали в пределах интактных тканей и фиксировали в формалине с последующим направлением на гистологическое исследование. Животные выводились из эксперимента путем эвтаназии. Для этой цели внутривенно вводили летальную дозу кетамина.

В клинической части работы исследованию подверглось 136 пациентов с заболеваниями желудка, которым проводилось хирургическое лечение. Все больные находились в Дорожной клинической больнице ст. Харьков в период 2001-2010 гг. В зависимости от типа инструмента, с помощью которого проводилась мобилизация, рассечение просвета или резекция желудка, пациенты были распределены на две группы. В основную группу вошло 66 пациентов, которым выполнялись операции с использованием УЗС. Средний возраст составил $58,5 \pm 5,2$ лет. Мужчин в исследуемой группе было 39, женщин – 27.

В контрольной группе, включающей 70 пациентов, выполнялись операции с использованием МЭН. Средний возраст составил $56,4 \pm 5,3$ лет. Мужчин было 41, женщин – 29.

Исследуемые группы были сопоставимыми по возрасту, полу и нозологическим формами заболеваний. Все операции на желудке выполнялись традиционным открытым доступом. Ультразвуковой скальпель использовался на этапах мобилизации и резекции желудка. При сравнении показателей двух групп больных оценивали ширину зоны некроза в желудочной стенке, степень гемостаза по линии разреза, наличие эффекта биологической сварки тканей, количество и вид осложнений, а также длительность госпитализации, в послеоперационном периоде.

Изучение изменений, происходящих в зоне воздействия ультразвукового скальпеля и монополярного электроножа, проводилось методом макроскопической оценки, патоморфологического исследования при помощи световой микроскопии, иммуногистохимических и гистохимических исследований. Все препараты фотографировались и сохранялись на цифровой носитель. Изучение микропрепаратов проводили на микроскопе Olympus BX-41 (Olympus) с последующим видеомикроскопическим фотографированием.

Материалом морфологического исследования послужили фрагменты стенки желудка из области рассечения в день операции, а также из желудочных швов в указанные выше сроки эксперимента. Из фрагментов вырезали кусочки на всю толщину стенки органа, затем материал фиксировали в 10% водном растворе нейтрального формалина и после спиртовой обработки подвергали целлоидин-парафиновой

проводке. Готовили серийные срезы толщиной 4-5 мкм. Обзорные препараты, окрашенные гематоксилином и эозином, использовали для общей оценки состояния исследуемых тканей. Окрашивание препаратов фуксеном на эластические волокна по Вейгерту с докрасиванием пикрофусцином по методу ван Гизон использовали для выявления и дифференцировки соединительнотканых структур. Для оценки функциональной активности регенерирующих тканей использовали комплекс гистохимических методик.

С помощью PAS-реакции по Мак Манусу Хочкису (контроль с амилазой) выявляли нейтральные мукополисахариды, а Хейл-реакцией с толуидиновым синим – гликозаминогликаны (контроль по В.В. Виноградову и Б.Б. Фиксу). Количественную морфометрическую оценку ширины зоны некроза, некробиоза и грануляционной ткани проводили с помощью окулярной линейки "Olympus" и выражали в мкм.

Иммуногистохимическое исследование проводили на парафиновых срезах толщиной 5-6 мкм непрямым методом Кунса по методике Brosman. Иммунные клетки дифференцировали с помощью крысиных моноклональных антител к различным типам клеток фирмы Serotec. Использовали CD3, CD18, CD45RA, ED1. Коллагены типировали моноклональными антителами к коллагенам I, III, IV типов (Novocastra Laboratories). В качестве люминисцентной метки использовали F(ab)-2 – фрагменты кроличьих антител против иммуноглобулинов мыши, меченных ФИТЦ. Препараты изучали в люминисцентном микроскопе МЛ-2 с использованием светофильтров: ФС-1-2, СЗС-24, БС-8-2, УФС-6-3. Относительное содержание основных клонов иммунных клеток определяли с помощью сетки Г.Г. Автандилова (1999) в люминисцентном микроскопе. Интенсивность свечения коллагенов определяли на микрофлюориметре с ФЭУ-35 и выражали в условных единицах, равных току, протекающему через измерительный прибор, выраженных в микроамперах.

Результаты исследования обрабатывали методом вариационной статистики с использованием стандартных программ корреляционного анализа с вычислением средних арифметических величин: M , σ , m с помощью программы Microsoft Excel-2010.

Достоверность различий определялась по t -критерию Стьюдента. Различия показателей считали достоверными при значениях $p > 0,05$.

Результаты и обсуждение

Было продемонстрировано, что в основной группе рассечение желудка ультразвуковым скальпелем происходило быстро, по линии разреза наблюдался полный гемостаз, что согласуется с работами авторов [3, 8, 9]. При этом не отмечалось налипания тканей на лезвие и их обугливание.

После гастротомии в области краёв ран, во всех случаях, отмечался эффект биологической сварки, который выражался в фиксации разных слоёв желудочной стенки на одном уровне, что значительно упрощало наложение однорядного непрерывного шва. В процессе наложения швов не происходило разрушения или смещения коагулянтной пленки, которая удерживала разные слои стенки желудка на одном уровне. При рассечении стенки желудка, как в эксперименте, так и в клинике с помощью монополярного электроножа полного гемостаза по линии разреза не было. Во всех случаях после рассечения желудка наблюдалось смещение слоёв желудочной стенки друг относительно друга, что затрудняло сопоставление краёв раны при наложении швов. Ни в одном из случаев не наблюдалось эффекта биологической сварки. Отмечалась выраженная карбонизация и налипание обуглившихся тканей на электрод, особенно при коагуляции кровеносных сосудов, что значительно затрудняло работу инструмента.

В основной группе края резецированного участка желудка характеризовались наличием неширокой зоны бокового коагуляционного некроза, которая составила $167,486 \pm 13,853$ мкм, подтверждая данные авторов, отмечающих наличие минимальной зоны деструктивных изменений при данном методе рассечения [3, 7-9]. Некробиотические изменения регистрировались непостоянно. В этой зоне иммуногистохимическое исследование выявило очаговое, слабое свечение как коллагена III типа, так и коллагена I типа. В контрольной группе обнаруживалась широкая зона бокового коагуляционного некроза ($284,832 \pm 13,711$ мкм), которая достоверно превосходила аналогичную зону I группы. В зоне рассечения обнаруживались выраженные нарушения ми-

кроциркуляції в виде расширения и полнокровия сосудов, капилляростазов с агглютинацией эритроцитов и микротромбозами, а также множественных геморрагий, местами с развитием геморрагической инфильтрации тканей. Иммуногистохимическое исследование выявило очаговое, слабое свечение коллагена IV типа в составе базальных мембран сосудов.

В эксперименте (хронические опыты) были получены следующие данные. В основной группе (УЗС) на 3 сутки наблюдалось уменьшение зоны некроза – $165,744 \pm 9,037$ мкм. Обнаруживалось частичное восстановление покровного призматического эпителия. Выявлено начало регенерации мышечной пластинки слизистой оболочки. В подслизистой оболочке определялась грануляционная ткань. Выявлялся коллаген III и IV типов. Обнаруживались клетки воспалительного инфильтрата – преимущественно нейтрофильные гранулоциты (НГ) (CD18) с примесью макрофагов (ED1). В контрольной группе (МЭН) к этому сроку в области рассечения сохранялась выраженная зона некроза без признаков его фрагментации и резорбции, ширина которой нарастала и составила $657,067 \pm 46,680$ мкм. Увеличение зоны некроза можно объяснить переходом в неё зоны некробиоза, которая стабильно наблюдалась при использовании электроножа. Признаков восстановления призматического эпителия и регенерации мышечной пластинки слизистой оболочки в указанные сроки не наблюдалось. Коллаген IV типа не выявлялся. В составе воспалительного инфильтрата преобладали как живые, так и разрушенные НГ (CD18). Зона диффузного гнойного воспаления распространялась на зону некроза и некробиотических изменений. Имело место значительное преобладание CD18, а также наличие немногочисленных CD3, CD45RA и ED1.

На 7 сутки в основной группе (УЗС) продолжалось уменьшение зоны некроза ($147,269 \pm 13,109$ мкм), исчезла зона некробиоза. На поверхности зрелой грануляционной ткани обнаруживался частично восстановленный призматический эпителий. В составе вышеуказанных волокнистых структур определялось яркое, местами умеренное свечение коллагена III типа. В контрольной группе (МЭН) на 7 сутки ширина зоны некроза составила $321,499 \pm 39,871$ мкм, что превышало ($p < 0,05$) показатели основной группы. Рече-

нерирующий эпителий не определялся, равно как и коллаген IV типа. Грануляционная ткань характеризовалась отсутствием зрелых клеточных форм, ослабленным коллагеногенезом, свидетельством чего явилось слабое очаговое свечение коллагена III типа и полное отсутствие коллагена I типа. Среди клеток инфильтрата по-прежнему в большом количестве определялись НГ, а так же обнаруживались немногочисленные функционально активные макрофаги и Т- и В-лимфоциты. Так же отмечались CD3 и CD45RA. При этом следует отметить, что относительное количество НГ значительно уменьшилось, макрофагов значительно увеличилось, а Т- и В- лимфоцитов несколько возросло.

В основной группе (УЗС) на 14 сутки зона некроза определялась непостоянно, составляя $101,063 \pm 5,556$ мкм, что было меньше ($p < 0,05$) показателя предыдущего срока наблюдений. В сосудистых базальных мембранах выявлялся коллаген IV типа в виде свечения умеренной интенсивности. Завершалась регенерация мышечной оболочки желудка. Уменьшалось относительное количество CD18 и нарастали остальные популяции CD3, CD45RA, ED1. В контрольной группе (МЭН) к 14 суткам ширина зоны некроза составила $182,844 \pm 13,587$ мкм, что практически вдвое больше, чем показатель основной группы наблюдений ($p < 0,05$). Сроки появления функционально активных макрофагов (ED1), которые участвовали в резорбции некротического детрита, отставали от основной группы наблюдений. Сохранялись выраженные циркуляторные расстройства в виде полнокровия сосудов с развитием эритроцитарных стазов и периваскулярных кровоизлияний. Коллаген I типа отсутствовал. К данному сроку наблюдений полностью не завершалась регенерация мышечной оболочки желудка. Сохранялись дистрофические изменения миоцитов.

На 30 сутки в основной группе (УЗС) зона некроза не определялась в большей части наблюдений и составляла $48,388 \pm 2,777$ мкм. В составе воспалительного инфильтрата преобладающей популяцией являлась Т-лимфоцитарная (CD3), достаточно широко были представлены В-лимфоциты (CD45RA) и макрофаги (ED1), тогда как нейтрофильные гранулоциты (CD18) были немногочисленны. На месте рассечения в слизистой оболочке имело место полное восстановление струк-

туры тканевых компонентов. Полностью регенерировал призматический эпителий с оформленной базальной мембраной, мышечная пластинка слизистой оболочки восстанавливалась без формирования рубца, т.е. имела место реституция. В составе эпителиальной базальной мембраны выявлялся коллаген IV типа. Заживление подслизистой основы носило характер субституции и происходило с формированием соединительнотканного рубчика. Регенерация мышечной оболочки желудка также происходила с образованием соединительнотканного рубца.

В контрольной группе (МЭН) на 30 сутки ширина зоны некроза достигала $96,300 \pm 25,647$ мкм. В слизистой оболочке отмечалось очаговое восстановление призматического эпителия с тонкой субэпителиальной базальной мембраной, в составе которой выявлялось неравномерное линейное прерывистое свечение коллагена IV типа. При этом новообразованный эпителий характеризовался снижением высоты эпителиоцитов. Коллаген I типа отмечался в виде очагового свечения слабой и умеренной интенсивности. Регенерация мышечной оболочки желудка происходила с образованием соединительнотканного рубца.

В подслизистой и мышечной оболочке, в зоне формирования соединительнотканного рубца, одновременно обнаруживались участки нестабильной рубцовой зоны, которые характеризовались разрыхлением и деструкцией коллагеновых волокон, дистрофией и десквамацией эндотелия сосудов микроциркуляторного русла, набуханием базальной мембраны, развитием продуктивного эндо- и периваскулита. В составе инфильтрата по-прежнему обнаруживались многочисленные НГ (CD18) и в небольшом количестве макрофаги (ED1) с лимфоцитами (CD3, CD45RA). Анализ относительного количества вышеуказанных иммунных клеток подтверждал сохраняющееся превосходство CD18 на фоне несколько нарастающей макрофагальной и В-лимфоцитарной реакции.

При анализе местных иммунных реакций была выявлена закономерность характерная как для ультразвукового рассечения, так и для электрорассечения, а именно к 14 суткам эксперимента достоверно уменьшалась доля нейтрофильной инфильтрации (CD18) и нарастала лимфо-макрофагальная (ED1, CD45RA,

CD3). Однако, относительное количество CD18 при электрорассечения оставалось достоверно выше такового при ультразвуковом рассечении до конца эксперимента и соответственно уменьшалось присутствие Т- и В-лимфоцитов (CD3, CD45RA), а также макрофагов.

Применение УЗС в клинике выявило значительные преимущества перед МЭН. Пересечение сосудов обоих сальников осуществляли с чередованием режимов коагуляции и рассечения, при этом перевязывали только крупные кровеносные сосуды. Каждая операция заканчивалась установлением назогастрального или назоинтестинального (в случае гастрэктомии) зонда и дренированием брюшной полости. Рассечение просвета или резекция желудка выполнялась по предложенному нами способу (патент Украины на полезную модель №17229 от 15.09.2006). Рассечение стенки происходило несколько медленнее, чем при использовании МЭН, но при этом по линии разреза отсутствовало кровотечение и наблюдался эффект биологической сварки, который выражался в фиксации всех слоев желудочной стенки на одном уровне. Формирование анастомоза и ушивание гастротомной раны проходило в более короткие сроки, поскольку не было затрат времени на осуществление гемостаза и удаления избыточной слизистой оболочки, как в случаях использования МЭН. К положительным моментам применения УЗС также относилось отсутствие налипания тканей на инструмент и их обугливание, которое имело место при использовании МЭН.

Результаты патоморфологического исследования удаленных во время операции фрагментов желудочной стенки подтвердили экспериментальные данные о том, что МЭН, в сравнении из УЗС, вызывает более выраженные морфологические изменения. Зона некробиоза в контрольной группе определялась постоянно, тогда как в основной группе больных она определялась непостоянно.

Сроки пребывания больных после операции в основной группе составил $14 \pm 1,4$ суток, у больных контрольной группы – $19 \pm 2,3$ суток.

Выводы

1. Рассечение желудка при помощи ультразвукового скальпеля обеспечивает неослож-

ненное течение репаративных процессов и заживление желудочной раны в оптимальные сроки благодаря более раннему синтезу коллагенов III и IV типов (3 сутки) в отличие от электрорассечения (3 и 14 сутки).

2. Рассечение желудочной стенки электроножом вызывает в ней мощный воспалительный процесс, характеризующийся пролонгированием нейтрофильной фазы воспаления, вплоть до 30 суток, которая обеспечивает длительное течение гнойно-некротического процесса, негативно влияющего на синтез коллагенов III и IV типов.

3. Клиническое применение ультразвукового рассечения во время выполнения операций на желудке снижает риск развития несостоятельности швов анастомозов на 4,6%, предотвращает кровотечение из зоны анастомоза и как следствие уменьшает послеоперационный период госпитализации с $19 \pm 2,3$ до $14 \pm 1,4$ суток.

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СКАЛЬПЕЛЯ ПРИ ОПЕРАЦІЯХ НА ШЛУНКУ

Є.Д. Хворостов, А.І. Цівенко, М.С. Тomin, Ю.Б. Захарченко, С.А. Морозов

У роботі проаналізовано результати експериментального та клінічного застосування ультразвукового скальпеля при виконанні операцій на шлунку. В експериментальній частині дослідження 40 кролів породи Шиншилла були розділені на дві групи. В основній групі ($n=20$) використовувався ультразвуковий скальпель, в контрольній ($n=20$) – монополярний електроніж. У клінічну частину дослідження було включено 136 пацієнтів з хірургічними захворюваннями шлунка, яких розділили на дві групи. В основній групі ($n=66$) оперативні втручання виконувались за допомогою ультразвукового скальпеля, в контрольній ($n=70$) – з електророзсічення. Вивчено морфологічні зміни шлункової стінки в зоні впливу ультразвукової та електророзсічення. Встановлено, що ультразвукове розсічення, в порівнянні зі стандартним електрохірургічним впливом, супроводжується утворенням мінімальної зони деструкції і повним гемостазом по лінії розтину. Застосування ультразвукового скальпеля на етапах мобілізації та резекції шлунка показало його високу ефективність, яка полягає в надійному гемостазі по лінії резекції, відсутності вірогідних дистанційних ушкоджень органів і тканин, властивих стандартному електрохірургічному обладнанню.

Ключові слова: ультразвуковий скальпель, ультразвукова коагуляція, ультразвукове розсічення, електрокоагуляція, електророзсічення.

USE THE ULTRASONIC SCALPEL IN STOMACH SURGERY

E.D. Khvorostov, A.I. Civenko, M.S. Tomin, Y.B. Zakharchenko, S.A. Morozov

The results of experimental and clinical application of ultrasonic scalpel are analysed at implementation of operations on a stomach. In an experiment there were 40 rabbits of breed Chinchilla. An ultrasonic scalpel was utilized in the basic group of animals ($n=20$), in control ($n=20$) is a monopolar electro-knife. In clinical part patients with the surgical diseases of stomach ($n=136$) parted on two groups. In a basic group ($n=66$) operative interferences were executed by ultrasonic scalpel, in control ($n=70$) – with monopolar electro-knife. Morphological changes, what be going on under the action of physical types of energy, are studied. It is set that ultrasonic dissection does not render the serious damaging affecting gastric wall, and a section takes a place quickly and bloodless. On the basis of findings an ultrasonic scalpel is recommended for forming of gastroenteroanastomosis in clinical terms.

Key words: ultrasonic scalpel, ultrasonic coagulation, ultrasonic dissection, electrocoagulation, electrodissection.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов А.П. Электрохирургическая технология закрытого типа в лечении язвенной болезни / А.П. Власов, В.В. Сараев, В.А. Трофимов, Ю.П. Степанов // Хирургия. – 2004. – № 10. – С.14-19.
2. Чуприна А.П. Электрохирургия и ультразвук / А.П. Чуприна // Эндоскопическая хирургия: Материалы конференции «Обеспечение безопасности эндохирургических операций». – Москва, – 2006. – № 2. – С. 57.
3. Юшкин А.С. Физические способы диссекции и коагуляции тканей в абдоминальной хирургии и особенности морфологических изменений в области их воздействия / А.С. Юшкин // Дис....доктора. мед.наук. – 2002. – 270 с.
4. Comparison of safety and efficacy of ultrasonic and bipolar thermal energy: an experimental study / T. Diamantis, S. Gialikaris, M. Kontos [et al.] // Surg Laparosc Endosc Percutan Tech. – 2008. – Vol. 18, № 4. – P. 384-390.
5. Higami T. Ultrasonic scalpel / T. Higami // Kyobu Geka. – 2009. – Vol. 62, № 8. – P. 612-616.
6. Laparoscopic Versus Open Subtotal Gastrectomy for Distal Gastric Cancer: Five-Year Results of a Randomized Prospective Trial / C.G. Huscher, A. Mingoli, G. Sgarzini [et al.] // Ann Surg. – 2005. – Vol. 241, №2. – P. 232-237.
7. Comparison of in vivo clinical performance and shaft temperature and in vitro tissue temperature and transection times between new and reprocessed harmonic scalpels / B.R. Lester, K. Miller, A. Boers [et al.] // Surg Laparosc Endosc Percutan Tech. – 2010. – Vol. 20, № 5. – P. 150-159.
8. Ying C. Effects of different tissue loads on high power ultrasonic surgery scalpel / C. Ying, Z. Zhaoying, Z. Ganghua // Ultrasound Med Biol. – 2006. – Vol. 32, № 3. – P. 415-420.
9. Ultrasonically activated scalpel versus monopolar electrocautery shovel in laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer / B.J. Zhou, W.Q. Song, Q.H. Yan [et al.] // World J Gastroenterol. – 2008. – Vol. 14, № 25. – P. 4065-4069.

Стаття надійшла 10.03.2011

